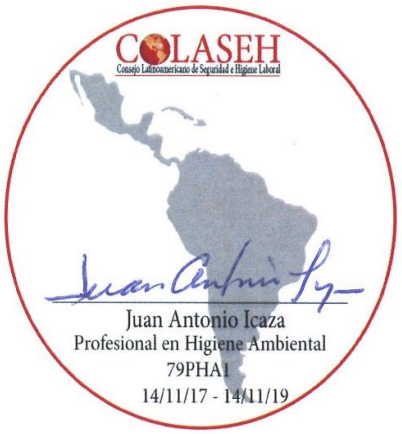
LE No. 019
"Acreditado ISO 17025"

Laboratorio Ambiental y de Higiene Ocupacional
Urbanización Chanis, Local 145, Edificio J3
Teléfono: 323-7520
administracion@envirolabonline.com
www.envirolabonline.com

Informe de Ensayo
Emisiones de Fuentes Fijas Significativas

MINERA PANAMÁ, S.A.
Punta Rincón - Cobre Panamá

FECHA: 03 al 05 de junio de 2019
TIPO DE ESTUDIO: Ambiental
CLASIFICACIÓN: Seguimiento
NÚMERO DE INFORME: 2019-007-A697
NÚMERO DE PROPUESTA: 2018-A697-016 v.0
REDACTADO POR: Ing. Gilberto Cueto
REVISADO POR: Ing. Juan Icaza



Derechos Reservados 2019

Contenido

Sección 1: Datos generales de la empresa 3
Sección 2: Método de medición 3
Sección 3: Fecha de monitoreo y coordenadas 4
Sección 4: Valores promedios obtenidos de la medición 4
Sección 5: Resumen ejecutivo de los resultados obtenidos 4
Sección 6: Datos adicionales a la fuente (características, combustible utilizado) 4
Sección 7: Datos referentes al año de instalación de las fuentes 4
Sección 8: Resultado de los valores ponderados para emisiones 5
Sección 9: Conclusiones 7
ANEXO 1: Datos técnicos del monitoreo isocinético 8
ANEXO 2: Ubicación de la medición 12
ANEXO 3: Certificados de calibración 13
ANEXO 4: Fotografía de la medición 16
ANEXO 5: Equipos utilizados 17
ANEXO 6: Descripción de metodología utilizada 20
ANEXO 7: Glosario de fórmulas 22
ANEXO 8: Cadenas de custodia 24

Editado e Impreso por: EnviroLab, S.A.
Derechos Reservados 2019

Sección 1: Datos generales de la empresa	
Nombre	Minera Panamá, S.A. con dirección oficial en Torre de Las Américas. Torre A. Piso 21
Información general	Extracción de metales
Localización	Proyecto minero ubicado en Punta Rincón, la población más cercana es la comunidad de Rio Caimito a unos 1,5 km. de distancia
País	Panamá
Contraparte técnica	Ing. Gumercindo Castro
Sección 2: Método de medición	
Norma aplicable	Decreto Ejecutivo Nº 5 del 04 de febrero de 2009 por el cual se dictan las Normas Ambientales de Emisiones de Fuente Fijas en Panamá
Método	Para efectuar las mediciones, fueron utilizados los métodos de la Environmental Protection Agency (EPA): Método 1: Determinación de la ubicación de la medición y puntos de muestreo Método 2: Determinación de la velocidad del gas de la chimenea y la tasa del flujo volumétrico Método 3: Determinación del exceso de aire y peso molecular del gas seco Método 4: Determinación de la humedad en los gases de la chimenea Método 5: Determinación de las emisiones de material particulado en la fuente de la chimenea Método 6: Determinación de las emisiones de SO_2 en la fuente de la chimenea Método 7: Determinación de las emisiones de NO_x en la fuente de la chimenea Se utilizó el equipo Bacharach para el cálculo de los porcentajes de CO, CO2 y O2 este equipo fue programado para la medición de emisiones de fuentes fijas según el tipo de combustible, el muestreo se realizó en la sección de la chimenea recomendada por el método EPA 003. Se tomó un volumen total por muestra aproximado de 1.6 lts. Para el monitoreo del material particulado se utilizó el método gravimétrico establecido por la metodología de la EPA.
Instrumentos utilizados	1. Bacharach, número de serie 16070040. 2. APEX con número de serie 1307035
Vigencia de calibración	Ver anexo 3
Descripción de los ajustes de campo	N/A
Incertidumbre	± 3 mg/m^3
Límites máximos	SO_2 – 2000 mg/m^3 NO_x – 750 mg/m^3 Material Particulado – 50 mg/m^3
Procedimiento Técnico	PT-08 Muestreo y Registro de Datos PT-29 Fuentes Fijas Significativas

Derechos Reservados 2019

Sección 3: Fecha de monitoreo y coordenadas

Identificación de la fuente	Coordenadas UTM (WGS 84)	Fecha de realización del método		
	Zona: 17 P	Método 5	Método 6	Método 7
Generador Unidad 1	533932 m E 996883 m N	2019/06/05		
Generador Unidad 2	533931 m E 996883 m N	2019/06/05		

Sección 4: Valores promedios obtenidos de la medición

Identificación de la fuente	Tipo de combustible	O_2 (%)	CO (mg/N-m^3)	CO_2 (%)	Eficiencia (%)	Exceso de aire (λ)	Pérdidas (%)	T_{aire} (ºC)	T_{gas} (ºC)
Generador Unidad 1	Carbón	8,7	2,20	11,1	98,2	0,79	1,8	31,1	64,0
Generador Unidad 2	Carbón	8,9	1,07	10,9	98,3	0,81	1,7	31,3	61,0

Sección 5: Resumen ejecutivo de los resultados obtenidos[1]

Valores normalizados y referenciados al 15% de O_2						
Identificación de la fuente	NO_x (mg/N-m^3)	Valor normado NOx (mg/N-m^3)	SO_2 (mg/N-m^3)	Valor normado SO_2 (mg/N-m^3)	PTS (mg/N-m^3)	Valor normado PTS (mg/N-m^3)
Generador Unidad 1	86,91	750	1,28	2000	1,46	50
Generador Unidad 2	120,35		1,30		3,99	

Sección 6: Datos adicionales a la fuente (características, combustible utilizado)

Características de operación de la fuente fija	Ambas unidades cuentan con quemadores de baja emisión de NOx, sistema de reducción catalítica de NOx, desulfurización con agua de mar para SO_2 y filtros de manga de alta eficiencia para reducción de Material Particulado
Tipo de combustible (especificaciones)	Carbón bituminoso de bajo contenido de azufre
Capacidad total de la fuente (en Hp, watts, Btu)	UNIDAD 1, 153 MW UNIDAD 2, 153 MW
Capacidad de la fuente en funcionamiento durante el monitoreo	UNIDAD 1, 150 MW UNIDAD 2, 145 MW

Sección 7: Datos referentes al año de instalación de las fuentes

Identificación de la fuente	Año de instalación de la fuente
Generador Unidad 1	Posterior al año 2000
Generador Unidad 2	

[1] Fuente: Monitoreo isocinético realizado en junio de 2019

Derechos Reservados 2019

Sección 8: Resultado de los valores ponderados para emisiones

Cuadro 8.1

Valores del Método 5
Determinación de emisión de material particulado

Identificación de la fuente	Identificación del filtro	Peso total (mg)	Total del lavado de la sonda con acetona	Peso total (Peso del filtro + lavado de la sonda)	Volumen estándar ($N\text{-}m^3$)	Concentración por chimenea	
						Normalizada ($mg/N\text{-}m^3$)	Referenciada al 15% de O_2 ($mg/N\text{-}m^3$)
Generador Unidad 1	19-GF-ENV-72	3,71	2,11	5,82	1,946	2,99	1,46
Generador Unidad 2	19-GF-ENV-70	8,32	8,19	16,51	2,052	8,04	3,99

Cuadro 8.2

Valores del Método 6
Determinación de emisión de SO_2 en $mg/N\text{-}m^3$

Identificación de la fuente	Identificación de filtro	Peso real (mg)	Volumen estándar (L)	Concentración por chimenea	
				Normalizada ($mg/N\text{-}m^3$)	Referenciada al 15% de O_2 ($mg/N\text{-}m^3$)
Generador Unidad 1	19-SO_2-ENV-33	0,16	60	2,66	1,30
Generador Unidad 2	19-SO2-ENV-32	0,16		2,66	1,32

Cuadro 8.3

Valores ponderados del Método 7
Determinación de emisión de NO_x en $mg/N\text{-}m^3$

Identificación de la fuente	Identificación de filtro	Peso real (mg)	Volumen efectivo muestreado (L)	Concentración por chimenea	
				Normalizada ($mg/N\text{-}m^3$)	Referenciada al 15% de O_2 ($mg/N\text{-}m^3$)
Generador Unidad 1	19-NO_x-ENV-33	0,35	1,985	178,16	86,91
Generador Unidad 2	19-NO_x-ENV-32	0,48		242,27	120,35

Cuadro 8.4

Emisión global[2]
referenciada al 15% de O_2 en $mg/N\text{-}m^3$

Identificación de la fuente	Caudales (m^3/seg)	Caudal total (m^3/seg)	Factor de ponderación	Contaminante ($mg/N\text{-}m^3$)			Ponderado individual ($mg/N\text{-}m^3$)			Emisión global ($mg/N\text{-}m^3$)		
				PTS	SO_2	NO_x	PTS	SO_2	NO_x	PTS	SO_2	NO_x
Generador Unidad 1	238,28	481,17	0,4952	1,46	1,30	86,91	0,72	0,64	43,04	2,74	1,30	103,79
Generador Unidad 2	242,89		0,5048	3,99	1,32	120,35	2,01	0,66	60,75			

[2] La emisión global fue calculada de acuerdo a la fórmula establecida en el Decreto Ejecutivo Nº 5 del 4 de febrero de 2009.

Editado e Impreso por: EnviroLab, S.A.
Derechos Reservados 2019

Cuadro 8.5	
Resumen de datos recopilados en Chimeneas Valores promedios en ppm (tomado de valores normalizados)	
Motor	**CO_2 (ppm)**
Generador Unidad 1	111 000,00
Generador Unidad 2	109 000,00

Cuadro 8.6	
Valores promedios referenciados al 15 % de O_2	
Motor	**CO_2 (mg/N-m^3)**
Generador Unidad 1	97441,27
Generador Unidad 2	97267,15

Cuadro 8.7	
Valores promedios en TPH[3]	
Motor	**CO_2 (TPH)**
Generador Unidad 1	35,83
Generador Unidad 2	36,43

[3] **TPH**: Toneladas por hora

Derechos Reservados 2019

Sección 9: Conclusiones

Interpretación de los resultados obtenidos

SO_2

El SO_2 resultó con una emisión global de 1,30 mg/N-m^3 para el Generador Unidad 1 y 2 que utilizan combustible carbón. Este valor es menor al límite máximo de 2000 mg/N-m^3, establecido en el Decreto Ejecutivo Nº 5 del 04 de febrero de 2009 por el cual se dictan las Normas Ambientales de Emisiones de Fuente Fijas en Panamá.

NO_x

El NO_x resultó con una emisión global de 103,79 mg/N-m^3 para el Generador Unidad 1 y 2 que utilizan combustible carbón. Este valor es menor al límite máximo de 750 mg/N-m^3, establecido en el Decreto Ejecutivo Nº 5 del 04 de febrero de 2009 por el cual se dictan las Normas Ambientales de Emisiones de Fuente Fijas en Panamá.

PTS (EPA 5)

Las partículas totales resultaron con una emisión global de 2,74 mg/N-m^3 para el Generador Unidad 1 y 2 que utilizan combustible carbón. Este valor es menor al límite máximo de 50 mg/N-m^3, establecido en el Decreto Ejecutivo Nº 5 del 04 de febrero de 2009 por el cual se dictan las Normas Ambientales de Emisiones de Fuente Fijas en Panamá.

Sección 10: Equipo técnico

Nombre	Cargo	Identificación	Firma
Michael Alvarado	Técnico de Campo	4-765-1034	
Gerardo Aguilera	Técnico de Campo	8-517-1172	

Editado e Impreso por: EnviroLab, S.A.
Derechos Reservados 2019

ANEXO 1: Datos técnicos del monitoreo isocinético

MÉTODO 1

EMPRESA MINERA FECHA 2019-06-04

FORMA DE LA CHIMENEA: CIRCULAR [X] RECTANGULAR [ ] IDENTIFICACIÓN UNIDAD #1

CIRCULAR (MTS.): [ ] DIÁMETRO 3,80

NÚMERO DE MUESTREOS 12 NÚMERO DE TRAVESÍAS 1

DE PTOS/TRAVESÍA 12 1

TIEMPO DE MUESTREO POR PUNTO 5 MINUTOS PRESIÓN ATMOSFÉRICA 759,00

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

LONGITUD DEL NIPLE (CM): 16

DISTANCIA DESDE LA PARED DE LA CHIMENEA HASTA EL PUNTO DE LA TOMA DE MUESTRA

pto	% de diá.	distancia	pto	% de diá.	distancia
1	2,1	24,4	7	64,4	273,6
2	6,7	42,8	8	75	316
3	11,8	63,2	9	82,3	345,2
4	17,7	86,8	10	88,2	368,8
5	25,0	116	11	93,3	389,2
6	35,6	158,4	12	97,9	407,6

MÉTODO 2: DET. DE LA Ve. DEL GAS EN CHIMENEA Y EL CAUDAL

PTO.	Ts (°C)	ΔP (mmH2O)	√ΔP (mmH2O)	Tm (°C)	PE (mmH2O)
1	67,00	15,20	3,90	27	6,80
2	68,00	22,20	4,71	27	13,60
3	69,00	30,00	5,48	27	15,50
4	70,00	32,00	5,66	27	18,20
5	71,00	36,00	6,00	27	18,80
6	73,00	36,00	6,00	27	19,00
7	74,00	34,00	5,83	27	19,20
8	73,00	36,00	6,00	27	19,00
9	72,00	34,00	5,83	27	18,00
10	70,00	32,00	5,66	27	16,80
11	69,00	30,00	5,48	27	15,00
12	69,00	28,00	5,29	27	10,2
PROM.	70,42	30,45	5,49	27,00	15,84

Editado e Impreso por: EnviroLab, S.A.
Derechos Reservados 2019

MÉT. 3: ANALISIS DE GASES DE COMBUSTION Y PM GAS SECO

CO2 (%)	O2 (%)	CO (%)	N2 (%)	TEMP. °C AMBIENTE	TEMP. °C GASES DE CHIMENEA	% DE HUMEDAD COMBUSTIBLE
11,10	8,70	5	75,20	31,1	64	6,25

MÉT. 4: DET. DE CONT. DE HUMEDAD. EN LOS GASES DE LA CHIM.

SOLUCION	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	ΔW (gr)	Total de agua colectada	Vol. (std)	% de humedad
NORMAL	1049,2	1063,0	13,8	**87,1**	**0,1163338**	**6,25**
MODIF	1068,9	1088,4	19,5			
VACIO	976,2	1018,9	42,7			
SILICA GEL	1093,6	1104,7	11,1			

MÉT.5: DET. DE EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO

I.D. FILTRO	W inicial (mg)	W final (mg)	ΔW (mg)	VOLUMEN (N-m3)	CONCENTRACION (mg/N-m3)
19-GF-ENV-72	348,01	352,69	3,71	1,946	2,99

DATOS DE CAMPO METODO 5

PTO	TIEMPO ACUM.	Ts (°C)	Tm (°C)	VOL LEIDO	ΔP (mmH2O)	ΔH (mmH2O)	PE (mmH2O)	VOL. Instrumen. (m3)	Vm std	Vs m/seg	% ISOC.
1	5	68	26	178216	15,6	55,3285	7	0,1232	0,111	14,3514	100,842
2	10	69	27	178361	21,8	77,318	10,4	0,145	0,130	16,9901	100,424
3	15	70	28	178522	28	99,3075	15,4	0,161	0,144	19,2832	98,4133
4	20	70	29	178690	30	106,401	16,2	0,1688	0,151	19,96	99,4201
5	25	71	29	178867	32	113,494	18,2	0,1764	0,158	20,6447	100,812
6	30	73	29	179056	36	127,681	19	0,1888	0,169	21,9605	102,162
7	35	72	28	179239	34	120,588	20	0,1832	0,165	21,3109	102,127
8	40	72	27	179415	34	120,588	20	0,1766	0,159	21,3109	98,776
9	45	71	28	179594	32	113,494	15,8	0,1784	0,160	20,6447	102,294
10	50	70	28	179768	30	106,401	15,2	0,174	0,156	19,96	102,823
11	55	70	28	179914	21,6	76,6086	10,6	0,1458	0,130	16,9367	101,249
12	60	69	28	180038	15,2	53,9098	6,8	0,1248	0,111	14,1869	102,936
PROMEDIO		70,4	27,92	....	27,5167	97,5932	14,55	1,946	1,745	18,9617	101,023

Valor de gamma (ver certificado del equipo) 0,913

Caudal calculado 238,28 m3/seg

Derechos Reservados 2019

MÉTODO 1

EMPRESA MINERA FECHA 2019-06-04

FORMA DE LA CHIMENEA: CIRCULAR [X] RECTANGULAR [ ] IDENTIFICACIÓN UNIDAD #2

CIRCULAR (MTS.): [ ] DIÁMETRO 3,80

NÚMERO DE MUESTREOS 12 NÚMERO DE TRAVESÍAS 1

DE PTOS/TRAVESÍA 12 1

TIEMPO DE MUESTREO POR PUNTO 5 MINUTOS PRESIÓN ATMOSFÉRICA 759,00

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

LONGITUD DEL NIPLE (CM): 16

DISTANCIA DESDE LA PARED DE LA CHIMENEA HASTA EL PUNTO DE LA TOMA DE MUESTRA

pto	% de diá.	distancia	pto	% de diá.	distancia
1	2,1	24,4	7	64,4	273,6
2	6,7	42,8	8	75	316
3	11,8	63,2	9	82,3	345,2
4	17,7	86,8	10	88,2	368,8
5	25,0	116	11	93,3	389,2
6	35,6	158,4	12	97,9	407,6

MÉTODO 2: DET. DE LA Ve. DEL GAS EN CHIMENEA Y EL CAUDAL

PTO.	Ts (°C)	ΔP (mmH2O)	√ΔP (mmH2O)	Tm (°C)	PE (mmH2O)
1	69,00	15,00	3,87	27	10,20
2	70,00	22,80	4,77	27	10,80
3	70,00	30,00	5,48	27	15,00
4	72,00	32,00	5,66	27	16,60
5	74,00	34,00	5,83	27	17,80
6	76,00	36,00	6,00	27	18,60
7	76,00	34,00	5,83	27	18,40
8	74,00	34,00	5,83	27	17,80
9	72,00	32,00	5,66	27	16,80
10	71,00	30,00	5,48	27	15,60
11	70,00	28,00	5,29	28	14,00
12	68,00	19,60	4,43	27	9,4
PROM.	71,83	28,95	5,34	27,08	15,08

Editado e Impreso por: EnviroLab, S.A.
Derechos Reservados 2019

MÉT. 3: ANALISIS DE GASES DE COMBUSTION Y PM GAS SECO

CO2 (%)	O2 (%)	CO (%)	N2 (%)	TEMP. °C AMBIENTE	TEMP. °C GASES DE CHIMENEA	% DE HUMEDAD COMBUSTIBLE
10,90	8,90	4	76,20	31,3	61	6,55

MÉT. 4: DET. DE CONT. DE HUMEDAD. EN LOS GASES DE LA CHIM.

SOLUCION	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	ΔW (gr)	Total de agua colectada	Vol. (std)	% de humedad
NORMAL	1046,2	1039,7	-6,5	**95,2**	**0,1271524**	**6,55**
MODIF	1068,1	1100,5	32,4			
VACIO	975,1	1028,5	53,4			
SILICA GEL	1132,2	1148,1	15,9			

MÉT.5: DET. DE EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO

I.D. FILTRO	W inicial (mg)	W final (mg)	ΔW (mg)	VOLUMEN (N-m3)	CONCENTRACION (mg/N-m3)
19-GF-ENV-70	336,65	344,97	8,32	2,052	8,04

DATOS DE CAMPO METODO 5

PTO	TIEMPO ACUM.	Ts (°C)	Tm (°C)	VOL LEIDO	ΔP (mmH2O)	ΔH (mmH2O)	PE (mmH2O)	VOL. Instrumen. (m3)	Vm std	Vs m/seg	% ISOC.
1	5	69	27	176105	17,6	61,8601	8,4	0,1372	0,123	15,2812	105,83
2	10	69	27	176259	23,8	83,6517	13,8	0,1538	0,138	17,7701	102,232
3	15	70	28	176431	30	105,443	17,2	0,1714	0,154	19,9801	101,501
4	20	71	29	176613	32	112,473	20,4	0,182	0,163	20,6654	104,232
5	25	73	30	176800	34	119,502	21,2	0,1876	0,167	21,3632	104,259
6	30	73	33	177001	36	126,532	21,8	0,2004	0,177	21,9825	107,247
7	35	72	34	177190	36	126,532	21,6	0,1898	0,167	21,9507	101,097
8	40	71	35	177381	34	119,502	21	0,1904	0,167	21,3014	103,797
9	45	71	36	177565	32	112,473	20,2	0,1846	0,161	20,6654	103,327
10	50	70	36	177741	28	98,4138	17	0,1754	0,153	19,3026	104,662
11	55	70	37	177895	23,2	81,5428	11,6	0,1538	0,134	17,5703	100,334
12	60	69	37	178020	15	52,7217	7,2	0,1256	0,109	14,1074	101,47
PROMEDIO		70,7	32,42	....	28,4667	100,054	16,78333	2,052	1,813	19,3284	103,332

Valor de gamma (ver certificado del equipo) 0,913

Caudal calculado 242,89 m3/seg

Derechos Reservados 2019

ANEXO 2: Ubicación de la medición

Proyecto minero ubicado en Punta Rincón, la población más cercana es la comunidad de Rio Caimito a unos 1,5 km. de distancia

Editado e Impreso por: EnviroLab, S.A.
Derechos Reservados 2019

ANEXO 3: Certificados de calibración

Grupo ITS

SGLC-F02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.3

Certificado No: 284-18-027-v.0

Datos de referencia

Cliente:	Envirolab	**Fecha de Recibido:**	26-jun-18
Dirección:	Urb. Chanis, Edificio 145. Panamá.	**Fecha de Emitido:**	28-jun-18
Equipo:	Medidor de fuentes fijas no significativas	**Fecha de Expiración:**	28-jun-19
Fabricante:	Bacharach Inc.		
Número de Serie:	16070040		

Componentes:	**No. de serie**
Sensor de Oxígeno	09.29207341 035
Sensor de NO	0024-0881
Sensor de Monóxido de Carbono	0024-0789
Sensor de Dióxido de sulfuro.	0024-0998

Condiciones de Prueba		**Condiciones del Equipo**	
Temperatura:	19.8°C a 20,3 °C	Antes de calibración:	Cumple
Humedad Relativa:	67% a 67%	Después de calibración:	Cumple
Presión Barométrica:	1013 mbar		

Procedimiento de Calibración: SGLC-PT03 / SGLC-PT04

Estándar(es) de Referencia

Dispositivo	No. de Parte	No. de Lote	Fecha de Expiración
Monoxido de Carbono 500 ppm,balanceado en aire	90302303	980574	31-jun-18
Sulfure Dioxide de 100ppm, balanceado en aire	10637155	999472	30-jul-18
Nitric Oxide 250 ppm, balanceado en aire	10465162	999495	30-jun-18

Incertidumbre de Medición

Monóxido de Carbono, Nitric Oxide, Oxígeno +/- 2% certificado al menor de sus componentes

Sulfur Dioxide +/- 2% certificado al menor de sus componentes

El instrumento ha sido ajustado a valores nominales, utilizando gases para calibraciones manufacturados contrazabilidad al Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST por sus siglas en inglés).

Calibrado por: Ezequiel Cedeño — Nombre / Firma del Técnico de Calibración — Fecha: 28-jun-18

Revisado/Aprobado por: Ing. Ruben Rios. — Nombre / Firma del Director de Laboratorio — Fecha: 28-jun-18

Este reporte certifica que todos los equipos de calibración usados en la prueba son trazables al NIST, y aplican solamente para el equipo identificado arriba.
Este reporte no debe ser reproducido en su totalidad o parcialmente sin la aprobación escrita de grupo ITS S.A.
Los valores, fecha y hora presentados en este certificado están sujetos a la reglamentación del Sistema Internacional de Medidas SI.

Urbanización Reparto de Chanis, Calle A y Calle H - Casa 145
Tel.: (507) 222-2253, 323-7500 Fax: (507) 224-8087
Apartado Postal 0843-01133 Rep. de Panamá
E-mail: calibraciones@grupo-its.com

Derechos Reservados 2019

Grupo ITS

PT11-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.0

Certificado No: 284-18-042-v.0.

Cliente: Envirolab
Fabricante :APEX Instruments
Numero de Serie: 1307035

Equipo: Apex
Fecha de Calibración: 16-agos-2018
Fecha de Proxima Calibración: 16-agos-2019

Condiciones de Prueba

Temperatura: 20.6 °C a 20.6 °C
Humedad Relativa: 55% a 55%
Presión Barométrica: 1012 mBa a 1012 mBa

Condiciones del Equipo

Antes de calibración: Si Cumple
Despues de la Calibracion: Si Cumple

Tiempo de Corrido	Orificio DMG	Volumen Inicial	Temp Inicial	Temp Final	Serie de Orificio Critico	Coeficiente	Amb Temp Final	Vacio Real
(min)	(mm H2O)	(m3)	(°C)	(°C)		(K)	(°C)	(mmHg)
1	12	321230.2	19	20	40	0.0002	20	609.599
1	34	321240.8	20	20	55	0.0004	20	584.199
1	98	321258.6	20	21	73	0.0007	21	457.199

1 Para resultados válidos, el vacío real debe ser de 25 a 50 mmHg mayor que el vacío teórico crítico se muestra arriba.

2 El Coeficiente orificio crítico, K ', se debe introducir en unidades métricas, m3 * K1 / 2) / (mmHg * min).

Calibrado por: Ezequiel Cedeño B. Fecha: 16-agos-2018
Nombre — Firma del Técnico de Calibración

Revisado por: Ing. Ruben Ríos Fecha: 16-agos-2018
Nombre — Firma del Supervisor Técnico de Laboratorio

Este reporte certifica que todos los equipos de calibración usados en la prueba son trazables al NIST, y aplican solamente para el equipo identificado arriba.

Este reporte no debe ser reproducido en su totalidad o parcialmente sin la aprobación escrita de Grupo ITS

Urbanización Reparto de Chanis, Calle A y Calle H - Local 145 Planta baja
Tel.: (507) 221-2253; 323-7500 Fax: (507) 224-8087
Apartado Postal 0843-01133 Rep. de Panamá
E-mail: calibraciones@grupo-its.com

Grupo ITS

PT11-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.0

Certificado No: 284-18-042-v.0.

Medidor de Gas Seco		Orificio Critico	Vacio	Variacion	Caudal	ΔH@
($V_{m(std)}$)	($Q_{m(std)}$)	($Vcr_{(std)}$)	(Y)	(DY)	($Q_{m(std)(corr)}$)	(DH@)
m^3	m^3/min	m^3			m^3/min	mm H2O
10.62	10.62	0.009	0.818	-0.023	0.009	73.705
17.841	17.841	0.016	0.909	0.017	0.016	57.885
31.009	31.009	0.03	0.801	0.02	0.03	51.095
			0.843			

Nota: para el factor de calibración Y, la relación entre la lectura del medidor de calibración al medidor de gas seco, la tolerancia aceptable de valores individuales de la media es de -0,02 +.

Certifico que el medidor de gas seco de arriba fue calibrado de acuerdo con los métodos de la USEPA, CFR 40, parte 60, utilizando la precisión del medidor de prueba Wet # 11AE6, que a su vez fue calibrado usando la American Bell Demostrador # 3785, certificado # F107, lo que es atribuible a la Oficina Nacional de Normalización (NIST).

Este reporte certifica que todos los equipos de calibración usados en la prueba son trazables al NIST, y aplican solamente para el equipo identificado arriba.

Este reporte no debe ser reproducido en su totalidad o parcialmente sin la aprobación escrita de Grupo ITS

Urbanización Reparto de Chanis, Calle A y Calle H - Local 145 Planta baja

Tel.: (507) 221-2253; 323-7500 Fax: (507) 224-8087

Apartado Postal 0843-01133 Rep. de Panamá

E-mail: calibraciones@grupo-its.com

Derechos Reservados 2019

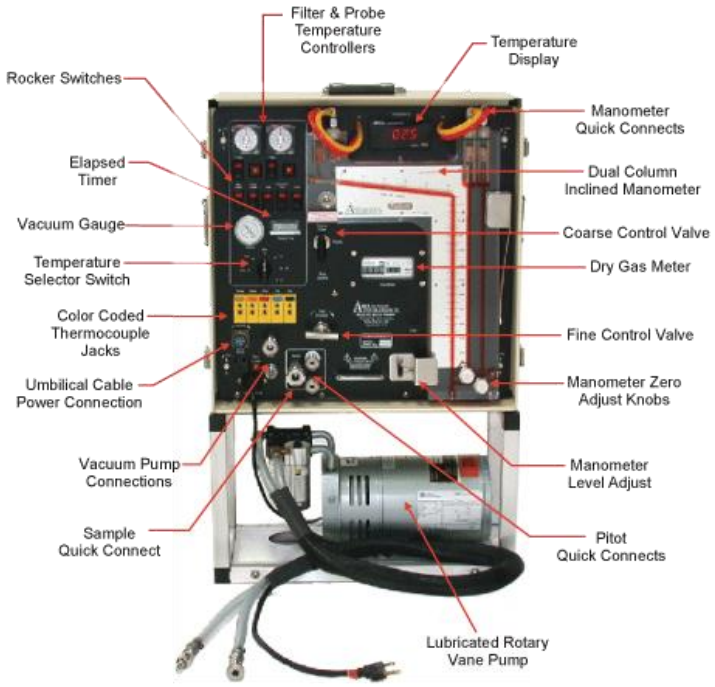
ANEXO 4: Fotografía de la medición

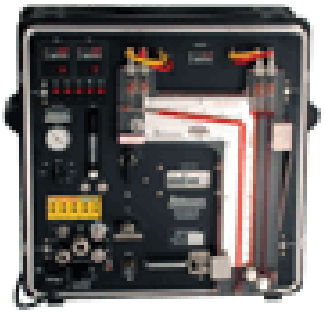
Editado e Impreso por: EnviroLab, S.A.
Derechos Reservados 2019

ANEXO 5: Equipos utilizados

EQUIPO UTILIZADO EN LAS MEDICIONES DE CHIMENEAS

Consola de muestreo isocinético para Método 5 fabricado por *Apex Instruments* cumple con los criterios y especificaciones de diseño de construcción, citados en el Método 5 de la US EPA, código de regulaciones federales (40CFR Part 60).





Modelo actualizado

Bomba rotativa XE-0523

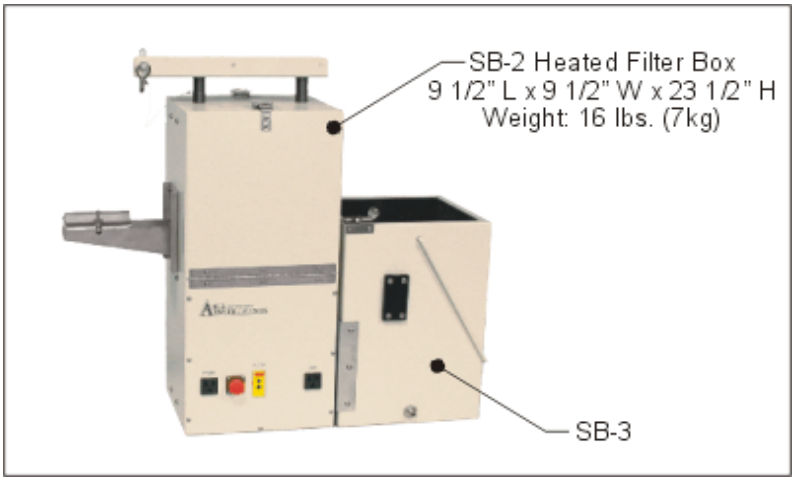
E-0523+-
Especificaciones:

Motor:	1/4 hp, 120/240V 60/50Hz 4.6/2.3 Amp., RPM 1725/1425
Flujo de medición :	3.1 cfm@ 1 pulg. Hg; 1.5 cfm@ 15 pulg. Hg
Vacío máximo:	25.5 pulgadas de Hg
Peso:	35 lbs. (16kg)

Editado e Impreso por: EnviroLab, S.A.
Derechos Reservados 2019

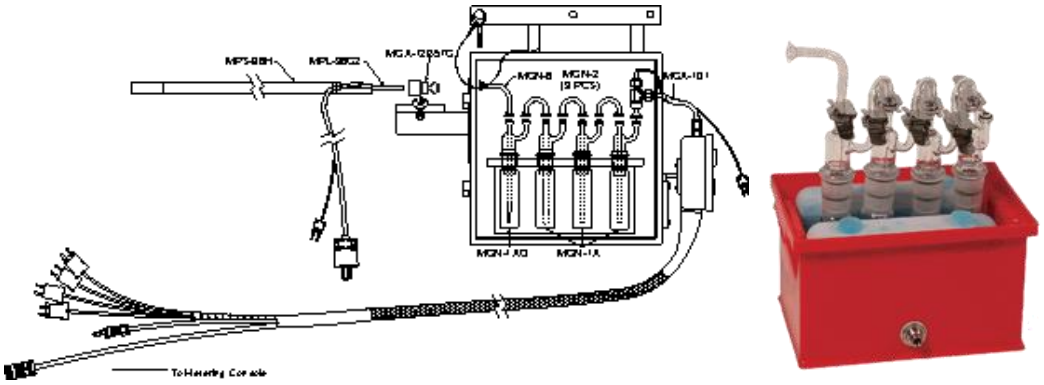
Sonda de prueba para método 5. De acero inoxidable, cuenta con pitot tipo "S", con un calentador que impide la condensación de los gases muestreados, así como sensores de temperatura con sus cables de lectura remota.

Cajas modulares para las muestras. Estas cajas tienen el propósito de alojar los impingers y los matraz dependiendo del tipo de muestreo). Pueden tener una caja para el matraz (Método 7), una caja fría para mantener los mini impingers a una baja temperatura (Método 6), o tener una caja caliente para el filtro y una caja fría para los impingers (Método 5).

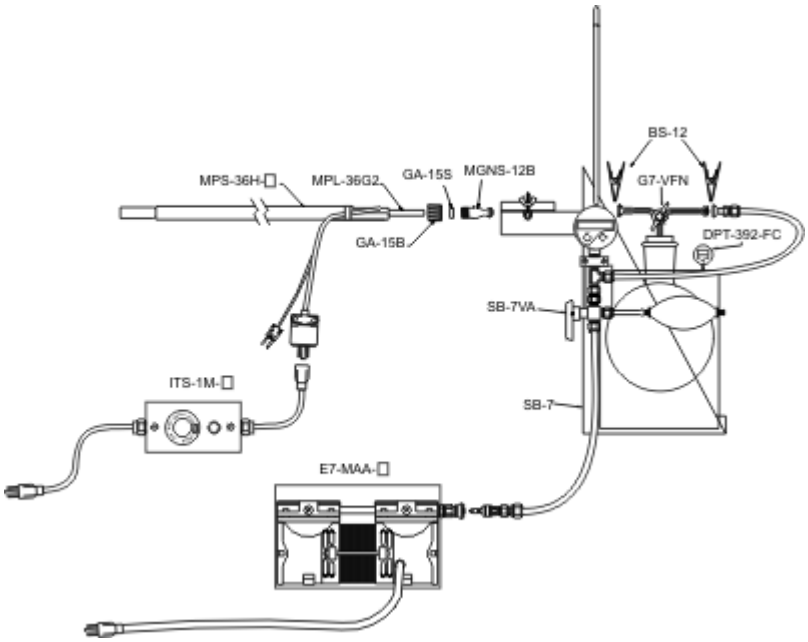


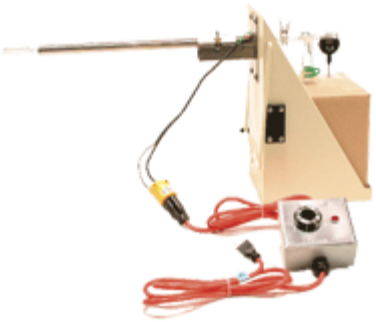
Caja modular y tren de muestreo para Método 6

Editado e Impreso por: EnviroLab, S.A.
Derechos Reservados 2019



Caja modular y equipo de muestreo para Método 7 (NOx)





Editado e Impreso por: EnviroLab, S.A.
Derechos Reservados 2019

ANEXO 6: Descripción de metodología utilizada

A. Sistema de muestreo utilizado en las chimeneas

Las chimeneas fueron muestreadas utilizando la siguiente metodología:

EPA Método No. 1: *Determinación de la ubicación de la medición y puntos de muestreo*.

Este método se aplica cuando las trayectorias de las partículas en movimiento están definidas, conservando un régimen, en lo posible, laminar en la chimenea.

Para desarrollar el método, primero se define la distancia, en número de diámetros, antes y después del punto de medición (este punto ya había sido correctamente fijado por la empresa). Con esta información se usa el gráfico para determinar el número de puntos de muestreos.

EPA Método No. 2: *Determinación de la velocidad del gas de la chimenea y la tasa del flujo volumétrico.*

El método es utilizado para calcular el promedio de la velocidad del gas en la chimenea (V_s), a partir del promedio de la temperatura del gas de la chimenea (T_s), y el promedio de la presión de la chimenea (ΔP) haciendo uso de un tubo pitot tipo "S". Se hace un recorrido inicial por un período de 30 segundos por cada punto, para proceder a obtener los promedios de (ΔP) y (T_s).

Con los datos de velocidad se puede hallar el gasto volumétrico en las chimeneas.

EPA Método No. 3: *Determinación del exceso de aire y peso molecular del gas seco*

El método es aplicable para determinar el porcentaje en peso del dióxido de carbono CO_2 , el porcentaje en peso del Oxígeno O_2, el porcentaje en peso del monóxido de carbono CO, el porcentaje en peso del nitrógeno N_2 los cuales de acuerdo al proceso de combustión permite el cálculo del peso molecular del gas seco en la fuente fija.

Los gases recombustión fueron extraídos de la fuente fija con la ayuda de un analizador de combustión electrónico, con sensores electroquímico.

El peso molecular de los gases de combustión se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$Md= 0.44*(\%CO_2) +0.32*(\%O_2) + 0.28*(\%N_2 +\%CO)$

Md= Peso molecular del gas seco

EPA Método No. 4: *Determinación de la humedad en los gases de la chimenea.*

El método es aplicable para determinar el contenido de humedad preliminar de los gases que viajan por la fuente fija, ya que la humedad definitiva se reporta al final del muestreo isocinético, es decir, una vez desarrollado el método 5 de la EPA. Este dato preliminar es relevante en la determinación de la boquilla requerida para el muestreo.

El método consiste en tomar una muestra de los gases que fluyen por la chimenea, succionándolo con la bomba del APEX, pasando estos gases a través de un filtro para retener el material particulado, se emplearon 4 frascos colectores (impingers), de los cuales los dos primeros contienen un volumen y peso conocido de agua destilada, el tercero va vacío y el cuarto contiene 200 gramos de silica gel con su peso conocido. Los frascos colectores son posicionados de acuerdo a lo establecido en el método 5, en el compartimiento de la caja fría y se rodean con hielo, con el propósito de condensar la humedad presente en los gases succionados. Lo anterior permite encontrar la humedad en forma gravimétrica.

Editado e Impreso por: EnviroLab, S.A.
Derechos Reservados 2019

EPA Método No. 5: *Determinación de las emisiones de material particulado en la fuente de la chimenea.*

Después de hacer todas las conexiones al APEX, se procede a succionar los gases de la chimenea, incluyendo el material particulado, isocinéticamente. La captura de la muestra se logra a través de una tobera. El gas con material particulado pasa a una cámara de filtración donde las partículas son retenidas en un filtro de micro fibra de vidrio, libre de compuestos orgánicos con una eficiencia de 99.955, para la retención de partículas hasta de 0.3 µm. Esta captura se realiza a una temperatura entre 100 °C y 120°C para evitar la condensación de los gases en el filtro. Para conseguir esta condición, el APEX cuenta con una caja caliente. La cantidad de material particulado recolectado en el filtro se determina gravimétricamente.

EPA Método No. 6: *Determinación de las emisiones de SO_2 en la fuente de la chimenea*

El uso de este método tiene como propósito extraer una muestra de los gases que fluyen en la chimenea a través de una sonda introducida en el punto de muestreo. El SO_2 y el trióxido de azufre, incluyendo aquellas fracciones de cualquier neblina de ácido sulfuroso, son separados. La fracción de SO_2 es medida a través del método bario-torin.

Se emplearon 4 mini colectores de 30 mililitros (mini impingers), de los cuales el primero lleva alcohol isopropílico, el segundo y tercero peróxido y el último silica gel, todos ubicados en el compartimiento de la caja fría rodeados con hielo.

Después de hacer todas las conexiones entre el APEX y los 4 mini colectores de la caja fría (SK-606), se procede a succionar los gases de la chimenea. En el primer mini frasco colector se coloca un filtro de lana de fibra de vidrio, para retener el material particulado. Se ajusta el flujo de muestreo a 1.0 litros/minuto +/-10%. Este flujo se debe mantener constante durante todo el tiempo del muestreo. La duración recomendada del muestreo es de 20 minutos.

EPA Método No. 7: *Determinación de las emisiones de NO_x en la fuente de la chimenea*

El uso de este método tiene como propósito colectar una muestra de los gases que fluyen en la chimenea. Estos gases serán atrapados en un matraz que contiene una solución absorbente diluida de peróxido y ácido sulfúrico. Previo al inicio de la prueba, se ensambló el conjunto de matraz y válvula de control, se llenó de agua para determinar el volumen total.

Se conectó la caja, la punta de prueba, los sensores y demás accesorios al APEX; posteriormente, se realizó un vacío de 75 mm de Hg dentro del matraz, una vez logrado este vacío se abrió la válvula que conecta la sonda de prueba, fluyendo los gases de la chimenea hacia dentro del matraz. Una vez igualadas las presiones, se sella el matraz, se deja reposar por 16 horas, luego se agita el contenido por 2 minutos, a continuación se transfiere el contenido a un envase de polietileno para su posterior análisis.

B. Contaminantes evaluados

El resultado de contaminantes evaluados se encuentra resumido en la sección 4 y en el anexo 1. De acuerdo a los cálculos realizados, se deben medir un mínimo de 12 puntos distribuidos a lo largo del diámetro interno de cada una de las chimeneas. Se procedió a determinar las concentraciones de las siguientes emisiones:

Emisión	Fórmula	Unidades	
Monóxido de Carbono	CO	ppm	ppm
Óxido de Azufre	SO_x (SO_2)	ppm	mg/N-m^3
Óxido de Nitrógeno	NO_x (NO_2)	ppm	mg/N-m^3
Partículas Totales	PMT	------	mg/N-m^3

1. Gases
Las emisiones se ajustaron a 15% de O_2 de acuerdo a las recomendaciones del Decreto Ejecutivo Nº 5 del 04 de febrero de 2009 por el cual se dictan las Normas Ambientales de Emisiones de Fuente Fijas en Panamá.

2. Partículas en Suspensión
Las partículas en suspensión se determinaron mediante captura isocinética en filtro de fibra de vidrio, el cual es pesado en una balanza analítica con precisión de 0.00001 gramos antes y después de la medición.

Editado e Impreso por: EnviroLab, S.A.
Derechos Reservados 2019

ANEXO 7: Glosario de fórmulas

Cálculos

K = 8.038*105(Dn4)ΔH@(Cp2*((1-BH2O)*(1-BH2O)*(Md/Mh)*(Ps/Pm)
K = COEFICIENTE DE PROPORCIONALIDAD QUE RELACIONA ΔP Y ΔH
ΔH@ = COEFICIENTE DEL MEDIDOR DE ORIFICIO DEPENDE DEL EQUIPO USADO, APROX. 49.007 PARA APEX (CALIBRACIÓN DGM)
Cp = COEFICIENTE DEL TUBO PITOT, PARA EL APEX ES 0.84
Dn = DIÁMETRO DE LA BOQUILLA EN mm
BH2O = CONTENIDO DE HUMEDAD DEL GAS EN FRACCIÓN ASUMIDA O CALCULADA
Md = PESO MOLECULAR DEL GAS SECO (gr./gr-mol)
44(%C02)+0.32(%O2)+0.28(%C0+%N2)
Mh = PESO MOLECULAR DEL GAS HÚMEDO (gr./gr-mol)
Ps = PRESIÓN ABSOLUTA DEL GAS EN CHIMENEA (mm Hg) ASUMIR LA ATMOSFÉRICA
Pm = PRESIÓN ABSOLUTA DEL MEDIDOR (mm Hg). ASUMIR LA ATMOSFÉRICA
Vs = KpCp▪√Δpaverag*√(Ts/(Ps/Pm)
Vs = VELOCIDAD DE GASES EN CHIMENEA (PROMEDIO)
Kp = Constante de conversión (834,96 S.I., 85,48 U.S.)

Editado e Impreso por: EnviroLab, S.A.
Derechos Reservados 2019

DIÁMETRO DE LA BOQUILLA

Para poder realizar el muestreo isocinético se debe escoger el diámetro de la boquilla que nos garantice la succión de la muestra a igual velocidad. Luego de encontrar la boquilla ideal, se selecciona de entre las boquillas disponibles y se selecciona la boquilla mas próxima a la ideal encontrada por la formula presentada a continuación.

$Dn = \sqrt{\{(K3*Qm*Pm\sqrt{(Ts*Mh)})/Tm*Cp*(1-BH2O)\sqrt{(Ps\Delta p_{avg})}\}}$

Dn = DIÁMETRO DE BOQUILLA IDEAL (mm)
K3 = 0,6071
Qm = FLUJO DE GAS A TRAVÉS DEL MEDIDOR (L/min)
Pm = PRESIÓN ABSOLUTA DEL GAS EN MEDIDOR (mm Hg)
Ts = TEMPERATURA ABSOLUTA PROMEDIO EN CHIMENEA EN KELVIN
Mh = PESO MOLECULAR DEL GAS HÚMEDO (gr./gr-mol)
Tm = TEMPERATURA ABSOLUTA PROMEDIO EN EL MEDIDOR EN KELVIN (C+ 273,15)
Cp = COEFICIENTE DEL TUBO PITOT, USAR COEFICIENTE DEL APEX
B_{H2O} = CONTENIDO DE HUMEDAD DEL GAS EN FRACCIÓN ASUMIDA O CALCULADA
Ps = PRESIÓN ABSOLUTA DEL GAS EN CHIMENEA (mm Hg)
Δp avg = PRESIÓN PROMEDIO DEL PITOT (mm DE H2O)

PORCENTAJE DE ISOCINETISMO

Isocinetismo: Es la relación existente entre el valor de la velocidad promedio de succión en el equipo de muestreo y el valor de la velocidad promedio en la chimenea durante el tiempo de muestreo.

$I\% = K_{5*}Ts*Vm(std)/((Ps*Vs*An*\theta)+(1-BH2O)$
K5 = constante de isocinetismo
Ts = TEMPERATURA DE LA CHIMENEA S-STACK
Vm (std) = VOLUMEN DE GAS SECO DEL MEDIDOR, (FORMULA PARA EL APEX)
$Vm(std) = K1*Y*Vm*(Pbar+\Delta H/13,6)/Tm$ =VOLUMEN DEL GAS DE MEDIDOR
$Vs = Kp*Cp(\sqrt{\Delta P})_{AVG}*\sqrt{Ts(avg)}/(Ps*Ms)$ = VELOCIDAD DEL GAS EN CHIMENEA
Ps = PRESIÓN ABSOLUTA DEL GAS EN CHIMENEA (mm Hg)
An = SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA BOQUILLA
θ = TIEMPO EN MINUTOS
$Vs = Kp*Cp*\sqrt{(Ts(avg)/(Ps*Ms))}$ = VELOCIDAD DEL GAS EN CHIMENEA

Editado e Impreso por: EnviroLab, S.A.
Derechos Reservados 2019

ANEXO 8: Cadenas de custodia

EnviroLAB
LABORATORIO AMBIENTAL Y DE HIGIENE OCUPACIONAL

IT-02-01: Cadena de Custodia para Muestras v.1 **Nº 3167**

Nombre y N° del Cliente: Minera Panama # A697
Direccion: Donoso
Provincia: colon
Contraparte Tecnica: ing Guemercindo Castro

Referencia al lab.Ext.: N/A

# ITEM	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	TIPO DE MEDIO PARA MUESTREAR: Casseettes	Tubo	Bolsa	Frasco	Matraz	Otros	MATRIZ: Aire	Tierra	Agua	VOLUMEN TOTAL (L)	ANÁLISIS A REALIZAR	NOMBRE DEL MÉTODO	MUESTREADOR	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	No Usados	Defectuosos	Dañados
1	19-Lf-EOY-71						✓	✓			2052	material particulado	Epa 5	Michael A	2019-6-4	10:45 AM			
2	19-Lf-EOY-72						✓	✓			1996	material particulado	Epa 5	Michael A	2019-5-4	3:30 PM			
3	19-Lf-EOY-73						✓	✓			2005	material particulado	Epa 29	Michael A	2019-5-4	6:30 PM			

Observaciones: 19-Lf-EOY-71 → Motor #2 Epa 5
19-Lf-EOY-72 → Motor #1 Epa 5
19-Lf-EOY-73 → Motor #1 Epa 29

Entregado por	Firma	Recibido por	Firma	Fecha	Hora
NELA REYNA		Michael A		2019-06-04	7:00 am
Michael A		NELA REYNA		2019-6-5	5:00 PM

Derechos Reservados 2019

EnviroLAB
LABORATORIO AMBIENTAL Y DE HIGIENE OCUPACIONAL

IT-02-01: Cadena de Custodia para Muestras v.1 **Nº 3166**

Nombre y N° del Cliente: Minera Panama # 697
Direccion: Donoso
Provincia: Colon
Contraparte Tecnica: Gumercindo Castro

Referencia al lab.Ext.: N/A

# ITEM	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	TIPO DE MEDIO PARA MUESTREAR: Cassettes	Tubo	Bolsa	Frasco	Matraz	Otros	MATRIZ: Aire	Tierra	Agua	VOLUMEN TOTAL (L)	ANÁLISIS A REALIZAR	NOMBRE DEL MÉTODO	MUESTREADOR	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	No Usados	Defectuosos	Dañados
1	19-SO2-enu-32						✓	✓			60	SO2	EPA-6	G. Aguilera	2019-06-04	12:30 PM			
2	19-NOx-ENU-32					✓		✓			1,985	NOX	EPA-7	G. Aguilera	2019-06-04	1:45 PM			
3	19-SO2-enu-33						✓	✓			60	SO2	EPA-6	G. Aguilera	2019-06-04	5:00 PM			
4	19-NOx-enu-33					✓		✓			1,985	NOX	EPA-7	G. Aguilera	2019-06-04	6:20 PM			
5	19-Met-enu-01							✓			2005	Metales	EPA-29	G. Aguilera	2019-06-04	6:30 PM			
6	19-Hg-enu-01						✓	✓			2005	Mercurio	EPA-29	G. Aguilera	2019-06-04	6:30 PM			
												U.L							

Observaciones:
19-SO2-enu-32, 19-NOx-enu-32, 19-SO2-enu-33, 19-NOx-enu-33 > motor #2
19-Met-enu-01, 19-Hg-enu-01 > motor #1

Entregado por	Firma	Recibido por	Firma	Fecha	Hora
Gerardo Aguilera		Nala Reyna		2019-06-05	7:02 pm

--- FIN DEL DOCUMENTO ---

****EnviroLab S.A., sólo se hace responsable por los resultados de los puntos monitoreados y descritos en este Informe.**

Derechos Reservados 2019